

# PROPUESTA DE PARTICIPACIÓN ACTIVA DEL USUARIO A TRAVÉS DE LAS TICS PARA ALCANZAR OBJETIVOS EECN. PROTOTIPO APP MÓVIL EN UN EDIFICIO SINGULAR DE MADRID.

**M.T. Cuervo-Vilches**, Dra. Arquitecta. Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja, C/ Serrano Galvache 4, 28033, Madrid.

**M.A. Navas-Martín**, Sociólogo, Instituto de Salud Carlos III, Avda. Monforte de Lemos 5, 28029, Madrid.

## Resumen:

Las directrices europeas sobre eficiencia energética en edificios existentes fomentan soluciones de alta eficiencia, rentables económicamente, para convertirlos en Edificios de Energía Casi Nula (EECN, en inglés *nZEB*) protegiendo su valor patrimonial, así como adaptándolos a sistemas inteligentes, que permitan obtener información dinámica sobre la gestión energética del edificio. Sin embargo, el usuario del edificio no constituye una parte activa en esta transformación hacia modelos EECN. A través de esta comunicación, se propone una metodología para hacer partícipes a los usuarios, aunando técnicas de las Ciencias Sociales y de la Salud, con teoría motivacional (*Gamificación*), basada en elementos de juego aplicados a entornos no lúdicos, la cual se aplica con éxito en Medicina, Márketing o Educación. El objetivo principal es la gestión colaborativa de la energía del edificio, en la que la participación del usuario sea proactiva, motivada, crítica y formada, durante toda la vida útil del edificio. Se presenta una experiencia en un edificio singular de Madrid, en dos etapas: primero, ciertos usuarios detectan las necesidades de confort, las debaten y proponen mejoras, utilizando imágenes contextualizadas. En la segunda se propone, a través de una App móvil, una acción masiva similar, alternada con actividades relacionadas con la institución y las singularidades del edificio, logrando ante todo la participación activa y voluntaria. Esta interfaz además posibilita el uso de métodos mixtos de registro y análisis de datos si se cuantifican otros parámetros objetivos, mediante monitorización o sistemas inteligentes (IoT, IPS) a través de la nube. Así, la tecnología al servicio del usuario facilita el alcance de objetivos de descarbonización y eficiencia que la Comisión establece para EECNs.

**Palabras clave:** EECN, *nZEB*, edificios existentes, Gamificación, *Photovoice*, gestión energética colaborativa, App móvil, sostenibilidad social, participación del usuario, gamification.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Actualmente, las políticas públicas en torno al ahorro y eficiencia energéticos en sectores como el de la edificación se han convertido en cuestión prioritaria. Cada vez son más restrictivas las exigencias para corto, medio y largo plazo, estableciendo indicadores cuantitativos y fechas clave para alcanzarlos, entre los que se encuentran los ya conocidos 20-20-20 del marco Horizonte 2020. Una de estas estrategias para alcanzar la denominada “alta eficiencia”, ha sido la definición de Edificios de Energía Casi Nula, (EECN, o en inglés *nZEB*). A nivel europeo, la Comisión ha instado en los últimos años a los estados miembros a determinar, según las particularidades de cada uno de ellos, climatología, etc, las características y valores de determinados indicadores, que han de alcanzar para ser catalogados tales edificios como EECN. Aunque con evolución desigual por cada estado miembro, esta definición se ha ido concretando en un gran esfuerzo por encontrar el equilibrio entre las pautas determinadas por la Comisión en la Directiva europea de Eficiencia Energética de edificios, recientemente modificada (UE, 2018), y aquellas singularidades propias de cada lugar. En el caso de España, el Gobierno de España ha lanzado recientemente, a instancias de la Comisión Europea, una *Propuesta de valores de indicadores para el DB HE 2018 (nZEB)* (V.V.A.A., 2018b). Esta, si bien expresa valores cuantitativos para determinar, según uso y estado del edificio (nuevo/existente), establece qué parámetros influyen directamente en tales indicadores. Entre ellos, para uso terciario, son características fundamentales: la zona climática de invierno, la compactidad, superficie, la ventilación de diseño, y el nivel de carga interna.

Atendiendo a la definición establecida en el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, en su Apéndice A de Terminología, establece la definición de las cargas internas como: *conjunto de solicitaciones generadas en el interior del edificio, debidas, fundamentalmente, a los aportes de energía de los*

ocupantes, los equipos eléctricos, y la iluminación. Estas cargas se definirán por su densidad, según las fuentes internas que las generen, en espacios habitables”. Y la demanda energética del edificio, es aquella “energía útil necesaria que tendrían que proporcionar los sistemas técnicos para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas reglamentariamente en función del uso del edificio (perfiles de uso) y de la zona climática en la que se ubique (clima de referencia)” (V.V.A.A., 2018a). Bajo tal definición, los esfuerzos por parte de proyectistas, diseñadores de instalaciones técnicas y arquitectos se han centrado en los últimos años en minimizar los valores de demanda energética mejorando la envolvente para minimizar las cargas a través de la envolvente, y mejorar la eficiencia de los sistemas técnicos (calefacción, refrigeración, ventilación, agua caliente sanitaria, e iluminación). Sin embargo, por múltiples razones, se ha obviado la parte correspondiente al perfil de uso que tiene que ver directamente con la intervención del usuario u ocupante, que resulta decisivo y que difiere de unos casos a otros.

Los comportamientos y necesidades en la interacción usuario-edificio, la incertidumbre en el caso de proyectos de edificación sobre quién será, o en el caso de los edificios existentes, la imposibilidad de llegar hasta él, o la dificultad para simular su comportamiento real, son algunas de las causas por las que el usuario no se contempla en las técnicas y métodos existentes como un interlocutor activo de sus propias necesidades con respecto al edificio (Cuerdo-Vilches y Navas-Martin, 2015). Más aún, el usuario resulta un elemento en ocasiones incómodo e imprevisible en su interacción con el edificio (Cuerdo-Vilches y Navas-Martin, 2018b).

Tras analizar la escasa o nula incidencia del usuario como elemento activo en los métodos de diseño y mejora de ahorro y eficiencia energética en edificios utilizados hasta el momento, se buscan técnicas y métodos que legitimen al usuario de los edificios existentes, a fin de tener en cuenta sus necesidades reales para alcanzar el confort, conocer sus hábitos, formarlo, e implicarlo de forma activa, motivada, crítica y consciente, en lo que se denominaría una gestión colaborativa del edificio. Por tanto esta no sólo dependería de los directores y gerentes del centro, ni de todos aquellos responsables de la gestión energética del edificio, sino de cada persona que interactúa con el edificio en un determinado perfil de uso, por tanto generando unas cargas térmicas que hay que minimizar y gestionar para dar respuesta a cada momento con soluciones de alta eficiencia y rentables económicamente (UE, 2018).

Esta búsqueda ha conllevado un acercamiento multidisciplinar a otras ciencias, como las ciencias sociales y de la salud, y, a través de otras como la Psicología, a técnicas motivacionales como por ejemplo aquellas basadas en elementos de juego aplicados a entornos no lúdicos. El resultado de este análisis de métodos o técnicas que sirvieran tanto para un acercamiento y posterior entendimiento del usuario, como para su formación y la generación de conciencia crítica a través de la motivación personal y la implicación emocional (lo que hoy se ha denominado “empoderamiento”), se ha materializado en una propuesta consistente en dos etapas, que se han aplicado a un edificio singular de Madrid. Este edificio está destinado a administración pública, concretamente al sector de la investigación (por tanto uso terciario), y pertenece al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Se trata del Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc).

Las dos etapas de este método, aplicable a edificios existentes, se definen a continuación. En primer lugar, se ha utilizado una técnica cualitativa de las ciencias sociales, muy aplicada también en las ciencias de la salud, como es *Photovoice*. En ella, una serie de participantes voluntarios detectan las carencias con respecto a un determinado tema, que expresan gráficamente a través de fotografías, las cuales contextualizan a través de sus propias experiencias. Estas son debatidas en varias sesiones grupales, que van generando una conciencia crítica grupal, enriquecida con los testimonios de cada uno de ellos, buscando una permeabilidad del sentimiento de pertenencia, en el contexto que tienen en común. En este caso, la pertenencia a la misma institución o corporación. Una vez detectadas y debatidas las carencias, se categorizan, y se establecen vías de solución. Estas se comunican a los responsables y decisores capaces de hacer algo al respecto, y finalmente se puede establecer una sesión conjunta, pública si se quiere, donde se exponen todas las cuestiones detectadas y las fotos seleccionadas más significativas (Cuerdo, 2017).

En la segunda etapa, se utiliza la categorización de problemas detectados y la información gráfica para definir una estrategia masiva, esto es, para obtener información y conectar con el usuario a un nivel más cuantificable de la mayoría de usuarios posible del edificio. La razón para utilizar estas técnicas cualitativas en el primer estadio o etapa es para no condicionar *a priori* una evaluación dirigida a todos los usuarios con preguntas y respuestas sesgadas, como puede pasar en una encuesta, por ejemplo. Para ello, se consensuó elaborar una aplicación móvil (App), que cumpliera las funciones determinadas de obtener información masiva del usuario sobre sus necesidades reales de confort, a la vez que contenía elementos formativos, que generasen esa conciencia crítica, y que además resultaran

ante todo una intervención voluntaria y estimulante, motivadora, para que la acción fuese masiva, recurrente, y duradera a lo largo del tiempo. Para conseguir todos estos objetivos, se recurre a la técnica de la Gamificación, que basándose en teorías motivacionales y de cambio de hábitos, utiliza como herramientas elementos, dinámicas y componentes de juegos, aplicados en contextos no lúdicos. Estos por ejemplo han logrado casos de éxito en ámbitos como la Medicina, el Marketing o la Educación. Además de fomentar todo lo anterior, para la motivación del usuario en el entorno de trabajo se recurren a elementos de la cultura corporativa, que fomenten la condición de reconocimiento por su implicación, y otras cuestiones relacionadas con la singularidad del edificio, así como aquellos objetivos consensuados con los Decisores, como son los objetivos de gestión eficiente de energía y recursos que persiga la propia institución.

Si bien esta información obtenida del usuario directamente es subjetiva, puede ser de gran interés, ya que pueden evidenciar carencias que de otra forma no serían detectables, y que ante una intervención técnica en un edificio existente, pueden evitar “actuaciones innecesarias”, redundando en mayor ajuste presupuestario, de plazos, siendo más eficiente y ajustado el resultado final. Por último, al generar información de un volumen considerable, a través de una plataforma digital, no sólo se puede analizar esta información, sino que además se puede cruzar con otras obtenidas por métodos cuantitativos de medición de parámetros a través de monitorización, por ejemplo, computando los resultados a través de entornos como la nube. La potencialidad de utilizar la tecnología disponible y la computación (*big data*) en los métodos mixtos es casi infinita, permitiendo una agilización, más eficiencia y mayor ajuste en la toma de decisiones institucional sobre gestión energética y de recursos del edificio (Cuerdo, 2017).

Así pues, si los objetivos de gestión eficiente se determinan bajo el paraguas del modelo EECN, este método de acercamiento al usuario del edificio existente resulta pertinente para legitimarlo a través de su experiencia, contribuyendo a una mejor diagnosis del edificio, aportando soluciones, formándolo y haciéndolo modificar sus hábitos por un bien común, durante la vida útil del edificio, con la gestión colaborativa de la actividad del mismo.

## 2. OBJETIVOS.

El objetivo principal es doble: obtener información relativa a la experiencia usuario-edificio, e implicar al usuario activamente, en este caso en su lugar de trabajo, en términos de confort y la gestión ambiental del mismo.

Además, estos objetivos se complementan por un lado, teniendo en cuenta que la colaboración del usuario, para ser exitosa, ha de ser una participación proactiva, voluntaria, motivadora y divertida. De ahí el uso de la gamificación, de forma que el usuario se empodera y se compromete como participante activo de la gestión energética y de recursos durante la vida útil del edificio.

Por otro lado, los objetivos atienden a las necesidades corporativas, que van a formar parte de las estrategias de gestión colaborativa eficiente de energía y recursos derivados de la actividad del edificio, así como de la toma de decisiones. Estas medidas han de ser efectivas y duraderas en el tiempo, con la participación del usuario.



**Figura 1. Diagrama relacional de la Estrategia de Gestión Colaborativa.**

### 3. MARCO TEÓRICO APLICADO Y RESULTADOS ESPERADOS.

En la aplicación metodológica para la comunicación con el usuario, se establecen dos etapas. En primer lugar, se utiliza una técnica cualitativa de investigación social a un pequeño grupo de usuarios voluntarios, cuya ubicación en el edificio es estratégicamente diversa (Cuerdo, 2017). Esta es la técnica denominada *Photovoice*. Con ella, se obtiene de los usuarios información en fotografías y testimonios personales sobre las carencias detectadas, sobre el confort interior en el edificio. Esta información se comparte en sesiones grupales, se debate, se categorizan los problemas, se eligen fotos representativas, y se proponen soluciones a tales carencias.

Una vez se procesa toda esta información proveniente de este grupo de usuarios, esta se analiza, se informa a los gestores y decisores del edificio, y se toman decisiones al respecto, para elaborar la estrategia general. La siguiente fase tomará las conclusiones de la primera como claves para el acercamiento a todos los usuarios del edificio.

En la segunda fase, se busca obtener información en gran cantidad, cuantificable, de mano del usuario, a través de registros, indicadores (KPIs) e inputs, preestablecidos. En este caso se hace a través de una interfaz móvil gamificada (App). Este tipo de interacción es elegida para establecer un formato atractivo al perfil de usuarios, previamente analizado, puesto que todos los usuarios del edificio son usuarios de smartphones, y esta plataforma favorece la interlocución bidireccional usuarios-gestores, y la recurrencia, sin que el usuario, trabajador, se sienta violentado. El cruce de información además fomenta la toma de decisiones y la elaboración de conclusiones y estrategias adecuadas a la realidad del edificio.

A continuación se presenta el esquema de la estrategia establecida para motivar y hacer partícipe al usuario, teniendo en cuenta la teoría motivacional de la Autodeterminación (SDT), con conciencia crítica y responsabilidad, para lograr los resultados y conductas esperadas.



Figura 2. Esquema-Resumen: Marco teórico, resultados y acciones esperados.

### 4. EL SISTEMA GAMIFICADO. PROTOTIPO APP MÓVIL.

El sistema gamificado utiliza toda la información disponible, sobre cultura corporativa, singularidad del edificio, u otros determinados, para establecer el vínculo emocional y la cohesión del grupo, que afecta directamente a su grado de compromiso (*engagement*). Si el usuario quiere, puede conocer la equivalencia en ahorro energético y económico de conductas que él acometa, y demás incentivos para hacer de su cambio de hábito una realidad, recurrente, a lo largo de la vida útil del edificio.

La interfaz que se presenta es un prototipo de la aplicación móvil gamificada. En ella, el intercambio de información con el usuario es bilateral. Además se establecen otras interacciones posibles, de manera voluntaria, para fomentar la formación, la interacción con otros usuarios, y la diversión, de forma que la experiencia resulte lo suficientemente atractiva como para que se desee interactuar lo máximo posible. Para ello, se dispone de otros elementos de juego e interacción, como competiciones, retos, foros, o valoraciones de contenido relacionado. Con ello los usuarios adquieren mayores competencias y conocimiento sobre el edificio, su singularidad y su gestión, su propio compromiso con el edificio y la institución. La interacción entre usuarios fomenta el reconocimiento mutuo y la

pertenencia, por lo que el compromiso resultante trasciende al interés personal, a favor de un interés común (Cuerdo-Vilches y Navas-Martin, 2018a y 2018b).

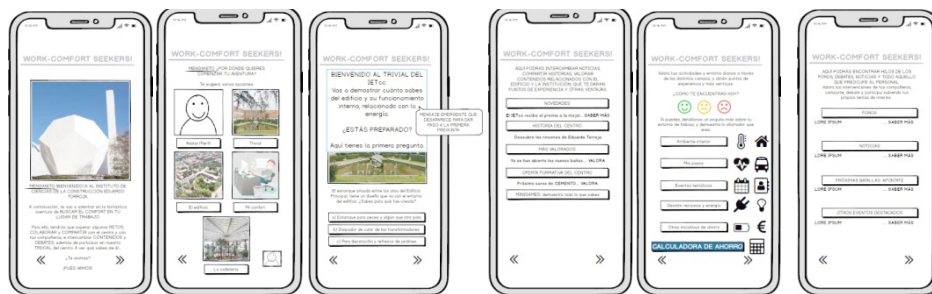


Figura 3. Secuencia de pantallas del prototipo app móvil gamificado.

## 5. APLICACIÓN EN MÉTODOS MIXTOS PARA EDIFICIOS INTELIGENTES

Esta App móvil gamificada, además de resultar de gran ayuda para la interacción con el usuario y para su empoderamiento, ofrece por otra parte la posibilidad de enriquecer la estrategia de gestión eficiente (colaborativa) si se cruza con otras fuentes de obtención de datos a través de la tecnología disponible hoy día.

Por citar algunos, se pueden obtener datos a través de monitorización, dispositivos inteligentes con el Internet de las Cosas (IoT), o Sistemas de Posicionamiento en Interior (IPS). Estos datos objetivos pueden cruzarse con los subjetivos obtenidos por la App, y coordinados a través de métodos mixtos, ser analizados posteriormente con computación, simplemente con el Smartphone del usuario y su conexión a internet.

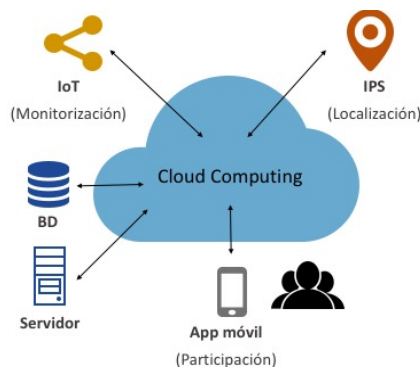


Figura 4. Esquema de obtención de datos para posterior análisis y tratamiento (métodos mixtos).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resulta no sólo necesario sino urgente incidir en la figura relevante del usuario y su interacción con el edificio, para poder lograr de forma efectiva cualquier objetivo que se defina en un plazo razonable de tiempo. En el caso de los EECN, una vez se planteen los criterios de mejora de envolvente y sistemas técnicos, una aplicación como esta puede favorecer la participación del usuario desde los inicios, lo cual lo va a comprometer de un modo más permanente y completo, con el fin perseguido. Se ha demostrado en múltiples ocasiones que estrategias de rehabilitación energética exclusivamente basadas en simulaciones y otros métodos predictivos difieren significativamente de la realidad, a la vez que resultan más lejanas al contacto con el usuario y sus necesidades reales.

Hay que resaltar que estas estrategias están “hechas a medida”, puesto que un edificio existente, y en concreto un edificio terciario, es singular, único, y también lo es su interacción con el usuario. Por esta razón, así como por garantizar la buena relación entre el usuario y los decisores- directores, la actuación debe ser en todo momento respetuosa y voluntaria. Asimismo, para ajustar al máximo la experiencia al perfil real de usuario, es necesario establecer un análisis previo del perfil del mismo, así como elaborar playtests y retroalimentar la actuación según las necesidades y preferencias de los usuarios, y así garantizar el éxito y la consecución de objetivos.

## 7. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la versatilidad que permiten este tipo de técnicas, en cuanto a la facilidad para obtener información de mano del usuario, parece un entorno adaptable para crear conciencia crítica y cambio de hábito a través de actividades atractivas, formativas, y voluntarias.

No hay que olvidar que el usuario es un excelente “multisensor”, y no focalizarlo como imprevisible e incontrolado. Si además lo pensamos como un elemento estratégico para consecución de objetivos, en este caso los de EECN, es un buen método de trabajo para dirigirlos hacia tal fin. Si se hace de forma lúdica, se conseguirá la participación proactiva y comprometida esperada, favoreciendo la gestión colaborativa y eficiente en el edificio, con estrategias ajustadas e incluso más económicas, de forma concreta y estructurada.

No hay que olvidar que para que funcione la acción gamificada, hay que tener en cuenta la retroalimentación del usuario en todo momento, así como los intereses corporativos y las cuestiones particulares del edificio. Por otra parte, para tener una visión holística y fomentar la participación y el compromiso del usuario, es fundamental un equipo multidisciplinar, así como compromiso y comunicación entre las partes implicadas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecer al IETcc-CSIC, a su Dirección y a los usuarios que participaron en el estudio cualitativo previo, y a todos aquellos cuyas aportaciones han enriquecido este trabajo.

## REFERENCIAS

- CUERDO VILCHES, M.T. (2017): “La participación del usuario en la gestión energética de edificios: aplicación del método Photovoice en espacios de trabajo”. (Tesis Doctoral Inédita). Universidad de Sevilla, Sevilla.
- CUERDO-VILCHES, M.T., NAVAS-MARTIN, M.A. (2015): “El empoderamiento del usuario como agente co-gestor ambiental del edificio a través de la gamificación”. In Proceedings of the II International congress on sustainable construction and eco-efficient solutions: Seville 25-27 may 2015 (pp. 663-674).
- CUERDO-VILCHES, M.T., NAVAS-MARTIN, M.A. (2018a): “La participación de usuarios en la gestión energética del espacio de trabajo - Prototipo APP móvil para trabajadores de un edificio singular en Madrid”. En IV Congreso de Edificios Inteligentes: Madrid, 19 junio 2018 (ISBN: 9781981055531, comunicación oral).
- CUERDO-VILCHES, M.T., NAVAS-MARTIN, M.A. (2018b): “Nuevas técnicas para hacer posible (y deseable) la participación del usuario en la gestión energética del edificio”. En VI Congreso de Servicios Energéticos: Valladolid, 2-3 octubre 2018 (pendiente publicación, comunicación oral).
- V.V.A.A. (2018a): “Documento Básico DB HE sobre Ahorro de Energía. Versión de junio 2017 modificada conforme a la Orden FOM/588/2017, del 15 de junio (BOE 23-06-2017), y comentada por el Ministerio de Fomento el 29 de junio de 2018”. Elaborado por la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento. Colabora el IETcc-CSIC.
- UE (2018): “Directiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética”, DOUE, del 19 de junio de 2018.
- V.V.A.A. (2018b): “Propuesta de valores de indicadores para el DB HE 2018 (nZEB)”. Elaborado por la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento. Colabora el IETcc-CSIC.